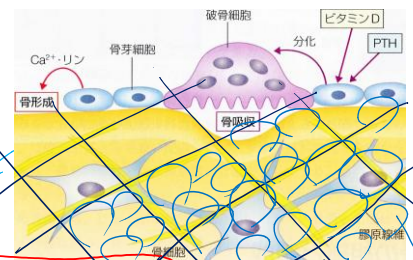


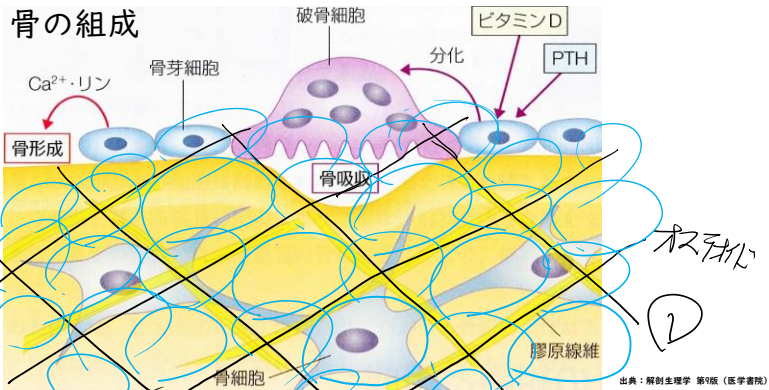
解剖学 I-6 (運動器総論:骨学・関節)

骨の組成



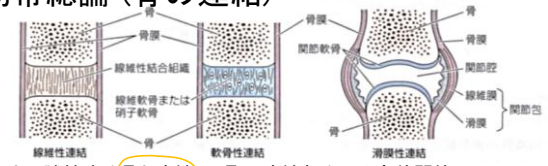
- 固形成分 (2/3: 無機質・リン酸カルシウム)
- 固形成分 (1/3: 有機質・コラーゲン)。水分: 20-24%
- 骨は酸に触れると無機質は溶け出し、有機物のみが残るか、外形だけは保持されているが放射線にかざすと骨量は解る。
- 骨は常に形成と破壊を繰り返している。
- 骨形成(骨造成): 骨芽細胞 → 骨にCa²⁺を貯留 → 血漿Ca²⁺濃度低下。
- 骨破壊(骨吸収): 破骨細胞 → 骨のCa²⁺を放出 → 血漿Ca²⁺濃度上昇。

出典: 解剖生理学 第9版 (医学書院)



- 骨芽細胞は骨膜直下において(膠原線維から網目状のオステオイドを形成。
- 形成したオステオイドにリン酸カルシウム結晶である骨基質を沈着させて骨を形成。

関節靭帯総論 (骨の連結)



- 骨は生体内で隣接する骨と連結し、骨の連結あるいは広義関節(jointまたはarticulation)。
- 骨の連結は部位により大きく異なり、安定性や堅固さを必要とする頭蓋骨や骨盤などでは、隣接する骨はしっかりと連結していて可動性はきわめて小さい。
- 対して、大きい可動性を必要とする自由上肢骨や自由下肢骨などは、隣接する骨がよく動くように連結している。
- 連結の種類
- 骨と骨の連結は、連結部に介在する組織の違いにより、線維性連結(fibrous joint)、軟骨性連結(cartilaginous joint)、滑膜性連結(synovial joint)の3種類に分けられる。
- 動性から線維性連結を不動関節、軟骨性連結を半関節、滑膜性連結を可動関節。

P85

関節靭帯総論 (骨の連結)

連結の種類(線維性連結)

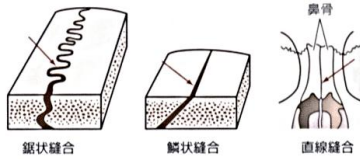
線維性連結は連結部に線維性結合組織が介在し一般に可動性はほとんどない。

縫合、靭帯結合、釘植の3種類がある。

縫合(suture) → 頭蓋骨

頭蓋骨だけにみられる連結、頭蓋骨表面を覆う骨膜と連結部に介在するごくわずかな線維性結合組織(縫合靭帯)によって連結し、縫合面の形状で、3種ある。

- ① 鋸状縫合: 連結する骨の骨縁が、のこぎりの歯が噛み合ったような形の縫合(例: 矢状縫合、冠状縫合、ラムダ縫合)。
- ② 鱗状縫合: 連結する骨の骨縁が、魚のうろこ状に重なり合った形の縫合(例: 頭頂側頭縫合)。
- ③ 直線縫合: 連結する骨の骨縁が、ほぼ直線をなす形の縫合(例: 鼻骨間縫合、正中口蓋縫合、横口蓋縫合)。



関節靭帯総論 (骨の連結)

軟骨性連結

軟骨性連結は、連結部に軟骨組織が介在するもの。

軟骨組織に弾性があるため、わずかな可動性がある。

その表面は軟骨膜で覆われる。連結部に存在する軟骨組織の種類によって、軟骨結合と線維軟骨結合に分けられる。

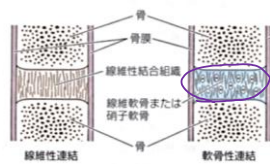
(軟骨結合)

連結部に硝子軟骨が介在し、小児期における長管骨の骨幹と骨端の間(骨端軟骨板)や、腸骨・恥骨・坐骨の結合部および頭蓋底で見られる。

やがてこれらの硝子軟骨内で骨形成が進み、成人では骨結合(synostosis)に変わる。

(線維軟骨結合)

連結部に線維軟骨が介在し、生涯続く結合であり可動性は軟骨結合よりやや大きく、恥骨結合や椎体間の連結はこの例である。



関節靭帯総論 (骨の連結)

連結の種類(線維性連結)

靭帯結合

連結部に比較的多くの強靭な密性結合組織が介在する結合。

そのために、わずかな可動性がある。

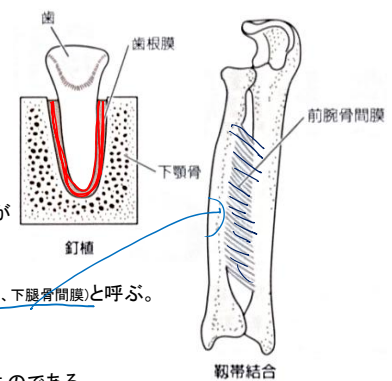
連結部に介在する線維性結合組織の形状がひも状のものを骨間靭帯(例: 茎突舌骨靭帯)、帯状のもの(例: 膝靭帯結合、棘間靭帯)もある。

さらに広い膜状のものを骨間膜(例: 前腕骨間膜、下腿骨間膜)と呼ぶ。

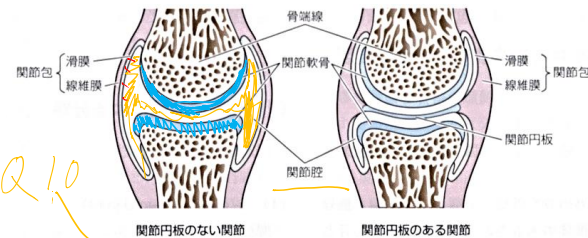
釘植 ていしつ

歯の歯根が上・下顎骨の歯槽にはまって、連結部に結合組織性の歯根膜が介在するものである。

その様子が釘を打ちつけた状態とよく似ていることからこの名称がついた。



関節靭帯総論 (骨の連結)



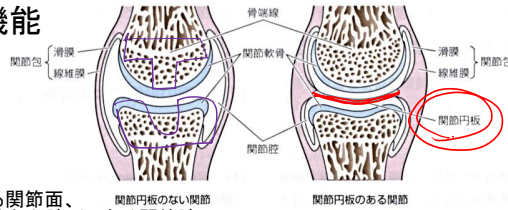
滑膜性連結 (関節)

滑膜性連結とは、連結部に滑液を含む狭い間隙(関節腔)が介在し、間隙の内面に滑膜が存在する連結をいう。

可動性が大きいこの滑膜性連結を、一般に関節(狭義の関節)と呼ぶことが多い。

Q10

関節の構造と機能

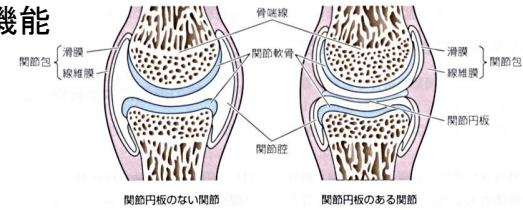


- 向かい合う骨端縁である関節面、関節面の間にある閉鎖された腔所である関節腔、両者を包む関節包などの基本構成要素からなる。
- 関節はさらに必要に応じて付属装置(靭帯、関節唇、関節円板、関節半月、滑液包など)を有する。

関節面

- 関節をつくる骨端は通常肥大化し、一方は凸状に、他方は凹状になることが多い。
- 凸状の骨端が関節頭であり、凹状の骨端が関節窩であり、両者の向かい合う表面が関節面であり、通常、薄い硝子軟骨からなる関節軟骨 (articular cartilage) で覆われ、きわめて平滑で光沢がある。

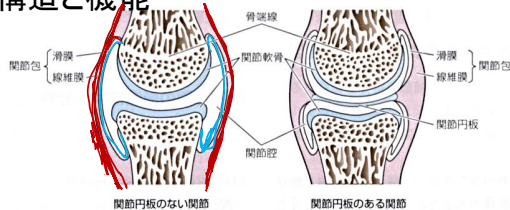
関節の構造と機能



関節軟骨

- 関節軟骨が線維軟骨からなるものも少数存在する(例: 顎関節、胸鎖関節、肩鎖関節)。
- 関節軟骨の厚さは部位により異なるが、通常1~3mm程度である。
- 関節軟骨は圧力がかかる関節面の適合性を高めたり、圧力が加わらないときに滑液を吸収したり、さらにその弾性により衝撃吸収の働きもする。
- 関節軟骨は神経線維、血管やリンパ管をもたず、栄養を周囲の滑液から得ている。

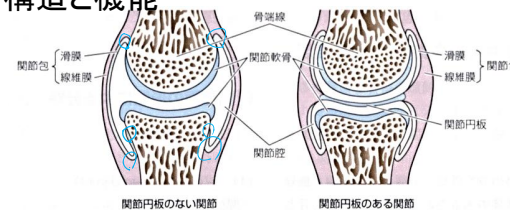
関節の構造と機能



関節包

- 関節包は連結部全体を包み、向かい合う関節面の間で狭い閉鎖した腔所である関節腔をつくり、関節包は外層の線維膜と内層の滑膜からなる。
- 線維膜は骨膜の続きであり、強く丈夫な密性結合組織からなり、神経線維を豊富に含んでいる。
- 滑膜は血管に富む柔らかい少量の疎性結合組織と内面を覆う1~2層の滑膜細胞からなり、しばしば関節腔内に絨毛状あるいはヒダ状に突出する(滑膜絨毛と滑膜ヒダ)。

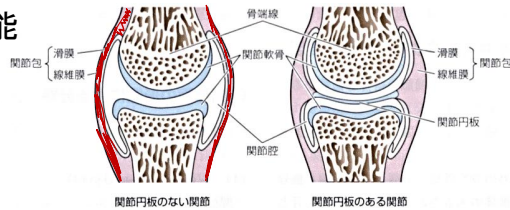
関節の構造と機能



滑膜

- 滑膜の突出部がちぎれて、関節腔内で関節ネズミと呼ばれる遊離組織片となることがある。
- 滑膜の内表面からは、ヒアルロン酸を多く含む透明で粘稠な滑液が関節腔内へ分泌される。
- 滑液は関節面の摩擦を軽減させる潤滑剤や衝撃吸収の働きをするとともに、血管をもたない関節軟骨に栄養を供給する。

関節の構造と機能

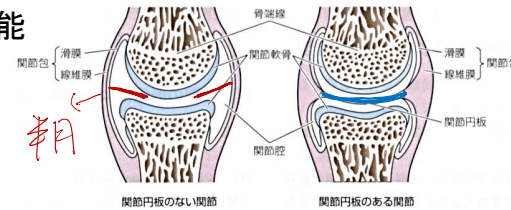


骨と骨

関節の付属装置

- 関節は前述した基本構造に加えて、その動きを安全かつ確実にするために、個々の関節に応じた付属装置をもっている。
- **(靭帯)**
- 関節の結合力を強化するために、関節には靭帯が備わり、靭帯はまた、関節運動の方向を制限したり、過度の関節運動を防止する。
- 靭帯は平行密性結合組織からなり、関節包の線維膜と合流する関節包靭帯、関節包より外側にある関節包外靭帯、および関節包の線維膜より内側にある関節包内靭帯に大別される。
- 関節包内靭帯の表面は滑膜で覆われているので、滑液とは接していない。

関節の構造と機能

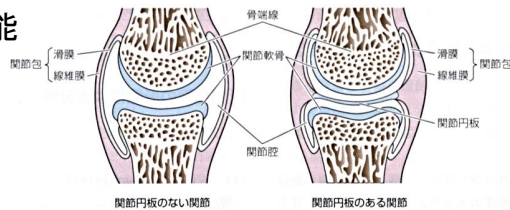


靭帯

関節の付属装置

- (関節臼板と関節半月)
- 関節面の適合性を高めたり緩衝作用を果たす線維軟骨性の小板が、向かい合う関節面の間に介在していることがある。
 - 小板が平板状をし、関節腔を完全に二分している場合は、関節臼板(例:顎関節、胸鎖関節)という。
 - また、小板が半月状をなし、関節腔を不完全に二分している場合は、関節半月(例:膝関節)という。
 - .

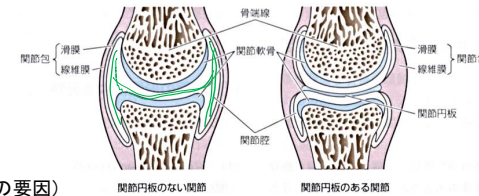
関節の構造と機能



関節の付属装置

- (関節唇)
- 関節の可動性を制限せずに関節窩の面積を広げかつ深くするために、関節窩周縁に存在する線維軟骨性の輪状構造を関節唇という(例:肩関節、股関節)。
- (滑液包)
- 腱または筋が皮膚、筋あるいは骨と接する部位では、両者の間に内部に滑液を含む滑膜からなる小嚢がしばしば存在し、摩擦を軽減して動きを円滑にする。
 - このような小嚢が滑液包で、関節の近くに多くあり、滑液包の内腔と関節腔が交通しているものもある(例:膝蓋上包)。

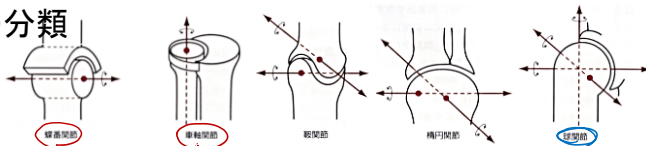
関節の構造と機能



(関節の結合を補強するその他の要因)

- 前述したものの以外に、関節の結合を補強する要因。
- ① 関節腔内の陰圧による補強: 物理的な結合力。
- ② 関節面以外の骨や骨格の形態による補強:
椎骨における椎体の大きさと棘突起の傾き、肋骨と胸骨の配置など。
- ③ 骨格筋による補強:
可動性の大きい不安定な関節では関節周囲に位置する骨格筋が関節の補強に重要な役割を果たす。(例:肩関節における回旋筋腱板)

関節の分類



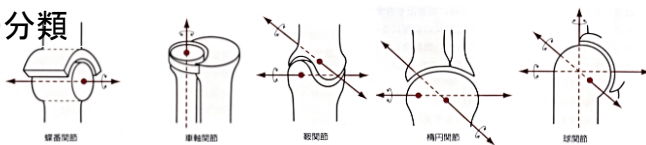
関節をつくる骨の数による分類

- **単関節**: 2個の骨からなる関節 (例: 肩関節・指節間関節・股関節)
- **複関節**: 3個以上の骨からなる関節 (例: 肘関節・橈骨手根関節・膝関節・距腿関節・手根間関節・足根間関節)

関節の運動軸の数(運動自由度)による分類

- ① **一軸性関節**: 屈伸や回旋のように、骨が特定の1つの運動軸を中心として動くもの。(例: 楕円関節・指節間関節・距腿関節)
- ② **二軸性関節**: 前後屈と側屈のように、骨が互いに直交する2つの運動軸を中心として動くもの(例: 環椎後頭関節・橈骨手根関節・母指の手根中手関節)
- ③ **多軸性関節**: 前後屈、側屈および回旋のように、骨が3つ以上の運動軸を中心として動くもの(例: 肩関節・股関節)

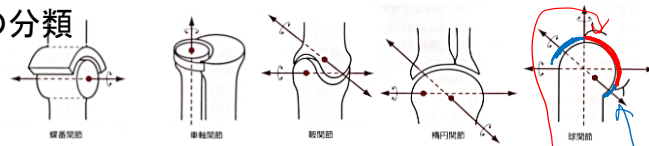
関節の分類



関節面の形態による分類

- **楕円関節**: 関節頭はラグビーボールのような楕円体状の凸面で、関節窩に対応した楕円体状の凹面をなし、運動軸は楕円体の直交する長軸と短軸の二軸性、回旋運動はできない。(例: 環椎後頭関節・橈骨手根関節)
- **顆状関節**: 関節頭と関節窩の形からは球関節に属するが、関節周囲の靭帯や腱の走行と付着により、関節は前後と側方への二軸性の運動が可能であるが、回旋運動はできない。(例: 中手指節関節・中足趾節関節)
- **鞍関節**: 向かい合う関節面がともに馬の鞍のような双曲線で、直交するように鞍が配置した形の関節であり、二軸性関節である。(例: 母指の手根中手関節)

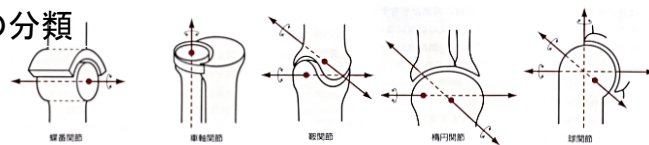
関節の分類



関節面の形態による分類

- **球関節**: 関節頭は半球状の凸面で、関節窩はそれに対応した受け皿状の凹面をなし、**関節窩が浅く**あらゆる方向に最も大きな可動域を有する多軸性関節。(例: 肩関節)
- **臼状関節(球関節)の1つで**、関節窩が深く、**球状の関節頭の半分以上が入り込み**、自由な方向に運動が可能な多軸性関節で可動域はやや制限されている。(例: 股関節)

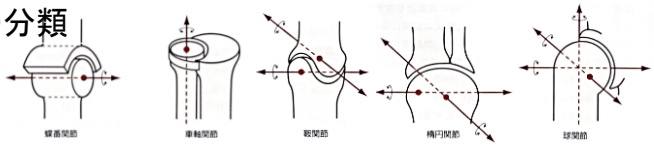
関節の分類



関節面の形態による分類

- **蝶番関節**: 関節頭は円柱状で、その中心軸は骨の長軸と直交している。関節頭の表面には溝(導溝)があり滑車状を呈する。関節窩にはこの溝に対応した隆起(導稜)があり、この溝と隆起により関節運動の方向が規制される一軸性関節。(例: 中手指節関節・中足趾節関節)
蝶番関節のうち、溝と隆起の方向が円柱状をなす関節頭の長軸と直交していないため、その運動方向がラセン状になるものを特にラセン(らせん)関節(spiral joint)と呼ぶ。(例: 腕尺関節・距腿関節)
- **車軸関節**: 関節頭は、骨の長軸に一致した運動軸をもつ円板状ないし車輪状で周縁に、関節面を有し、関節窩は円板周縁に対応した凹状の切痕になり、関節頭が運動軸となって、関節窩に沿った回旋運動が行われる一軸性関節である。(例: 正中環軸関節・上橈尺関節)

関節の種類



関節面の形態による分類

- 平面関節: 向かい合う関節面はいずれも平面に近く、互いにずれるような滑走運動が行われ、一般に靭帯で囲まれており、その可動域はきわめて小さい。
(例: 椎間関節・仙腸関節・楔舟関節)

このような関節面の形態による分類に、生体内のすべての関節を当てはめることは実際困難であり、中間型や混合型もみられる。

形態的には関節ではなく、機能的には関節に類似した動きをする構造体を機能的関節と呼ぶ(例: 第2肩関節(上腕上方関節)・肩甲胸郭関節)

関節の機能

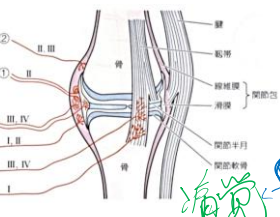
- 第1は動き(可動性)である。
骨格がつくられると同時に、関節もつくられる。
骨格をもつ生物は滑らかな関節の動きで動作を形づくり、移動を可能にしている。

- 第2は固定である。
これはヒトのように重力に抗する必要がある生物の場合、特に重要である。
身体を支えるためには、動きのある関節を固定する必要がある。
固定がうまくいかないと身体は潰れてしまう。

関節は、骨や靭帯などによる静的安定化機構と、筋による動的安定化機構を有する。
前者は、股関節の腸骨大腿靭帯や立位時における膝関節伸展位のロック機構などで、後者は肩関節の回旋筋腱板や立位時の頸部の伸筋による保持などである。

関節にはそれぞれ特有の動きがあり、許容される動き以外の動きは靭帯などにより制限が加えられる。
肘関節では、屈曲・伸展以外の運動は骨の形状や側副靭帯により制限されている。
このような制限機構が破綻すると、関節は著しく不安定になり、固定性が低下する。
関節に生理的に行われている運動以外の動きが生じると、関節軟骨は容易に変性し、不安定な関節は関節軟骨の破綻を引き起こし、関節そのものの破壊をもたらす。

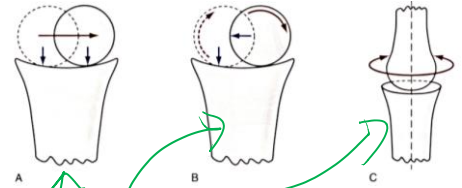
関節の機能



感覚受容器	局在	刺激	分布	機能	神経繊維
①パチニ小体 (Pacini corpuscle)	関節包線維膜	振動(60 Hz以上)	近位関節より遠位関節に多く分布	運動性	I群 (直径 8-12 μm; 伝導速度 49 m/sec)
②ゴルジ・マイスネル小体 (Golgi-Meissner corpuscle)	関節包線維膜	関節包の伸張	膝関節に多く存在	運動性	II群 (直径 5-8 μm; 伝導速度 30 m/sec)
③ルフィニ小体 (Ruffini corpuscle)	関節包線維膜	関節包の伸張の方向と速度	近位関節より遠位関節に多く存在	運動性	I-II群 (直径 13-17 μm または 8-12 μm; 伝導速度 51 m/sec)
④ゴルジ腱器官 (Golgi tendon organ)	関節包内、外靭帯	靭帯の伸張・緊張	ほとんどの関節	運動性	I群 (直径 13-17 μm; 伝導速度 51 m/sec)
⑤自由神経終末 (痛覚・温度覚)	関節包線維膜	非傷害性の物理的・化学的ストレス	全関節	運動性	III-IV群 (直径 2-5 μm; <2 μm; 伝導速度 2.5-20 m/sec)
	関節面軟骨	痛み、生化学反応			

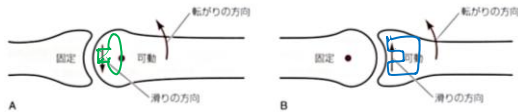
- 第3は、深部感覚器(深部の機械受容器)としての役割である。
関節包や靭帯は、感覚受容器が豊富に存在している。
関節の動きの方向や速度の情報(運動覚)、静止している位置の情報(位置覚)を感知。
その情報(深部感覚・固有感覚・または自己受容感覚と呼ぶ)は、末梢神経系を介して中枢神経系へ伝えられる。

関節の機能 (関節面の基本的な動きと凹凸の関係)



- 関節面の動きには滑り、転がり、軸回転の3つの基本的な動きがある。
- 滑りは車輪が氷上を滑走するように、一方の関節面上の同一点が他方の関節面上の新しい点と接触する動きである。
- 転がりは車輪が路上を回転するように、両関節面の新しい点と接触する動きである。
- 軸回転はコマが床上を回転するように、一方の関節面が他方の関節面上を固定した中心軸で回転する動きである。

関節の機能（関節面の基本的な動きと凹凸の関係）



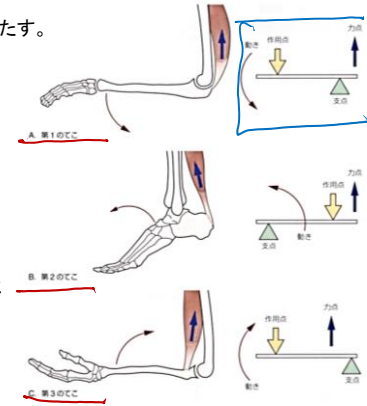
- 関節は、関節面の一方が凸状の関節頭で、他方が凹状の関節窩であるものが多いが、凸状の関節頭が凹状の関節窩上を動く際は、滑りと転がりは反対方向に生じる。
- それに対して凹状の関節窩が凸状の関節頭上を動く際は、滑りと転がりは同じ方向に生じる。
- 関節を他動的に動かす際には、このような関係をよく理解して行う必要がある。

関節の機能（関節可動域）

- 関節が動く範囲を関節可動域(range of motion; ROM)という。(表3-1:教科書 P.94 は、関節運動方向の解説)。
- 関節が異なれば可動域も異なる。
- 同じ関節であっても、性別や社会環境、年齢の違いのほか、障害や疾病などでも可動域は大きく異なる。
- それらを踏まえたうえで、関節運動の標準的な可動域が示されている。(表3-2:教科書 P.95~101)
- 表3-2は日本リハビリテーション医学会および日本整形外科学会によりまとめられた各関節の自動運動における関節可動域である。
- リハビリテーションの分野では主としてこの表を用いる。

関節の機能（関節面の基本的な動きと凹凸の関係）

- 関節は人体内のどこにおける支点の働きを果たす。
- 第1のてこは、シーソーのように力点と作用点の間に支点である関節が位置する。(例:上腕三頭筋による肘関節の伸展)
- 第2のてこは、支点である関節と力点の間に作用点が位置するものである。
- 小さな力で大きな動きを発揮することができるが動く距離は短くなる。(例:立脚期における下腿三頭筋による踵挙上)
- 第3のてこは、支点である関節と作用点の間に力点が位置するものである。
- 動く距離を長くできるが、より大きな力が必要。人体ではこのタイプが最も多い。(例:上腕二頭筋による肘関節の屈曲)



関節の機能（関節可動域制限）

- 関節構成体以外の軟部組織が、関節の動きを制限する場合は関節拘縮。
- 拘縮には先天性内反足などの先天性拘縮と後天性拘縮があり、臨床上問題になるのは主に後者である。
- 後天性拘縮には、筋の短縮や萎縮による筋性拘縮、熱傷後の皮膚の癒着などによる皮膚性拘縮、神経性の疼痛から回避するためにおこる神経性拘縮などがあげられる。
- 関節構成体である骨、滑膜、関節軟骨、関節包などによる関節可動域の制限を関節強直。
- 可動性がまったく認められない場合を骨性強直と呼び、可動性がわずかにある場合を線維性強直と呼ぶ場合もある。
- 一般的には関節構成体による部分的な可動域制限も関節拘縮と呼ぶ場合が多く、関節可動域制限を呈する原因をまとめて表に示す。

原因部位	要因
関節包	関節包の癒着や硬化による制限
靭帯	靭帯の短縮や癒着による制限
筋	筋の短縮や緊張による制限
神経	中枢性もしくは末梢性の神経障害に伴う疼痛や可動性の低下による制限
皮膚	熱傷後や術後の癒着による制限
骨	変形などによる制限
疼痛	疼痛回避による制限
その他	膨張などによる制限